

3) Повышение содержания серы в исходном расплаве чугуна с 0,02 до 0,06% приводит к увеличению расхода лигатуры на 60%.

4) Изменение приведенной толщины отливок с 5 до 20 мм увеличивает расход лигатуры на 55%.

5) Снижение содержания магния в лигатуре с 8 до 5% повышает ее расход на 60%.

Таким образом, основное влияние на расход лигатуры при реализации технологии получения отливок из высокопрочного чугуна методом внутриформенного модифицирования оказывают исходное содержание в расплаве серы, содержание магния в лигатуре, а также толщина стенок отливок (приведенная толщина).

В производственных условиях стабильность получения отливок из высокопрочного чугуна по инмолд-процессу повышается за счет применения чистых по сере исходных шихтовых материалов (например, углеродистого полупродукта Чусовского металлургического завода) особенно при ведении плавки в индукционных печах, а также при плавке чугуна в дуговых электропечах с основной футеровкой и наведением основных шлаков. С целью снижения расхода лигатуры рекомендуется применять лигатуру ФСМг7К0,3 со средним содержанием магния около 8%.

Разработанная программа позволяет также определить параметры и конструкцию литниковой системы (размеры реакционной камеры, литников, шлакоуловителей и питателей) применительно к конкретной технологии литейной формы для различных отливок. Кафедра АТЛП УГШУ может по заказам заинтересованных предприятий произвести необходимые расчеты и оказать содействие в реализации технологии получения отливок из высокопрочного чугуна методом внутриформенного модифицирования.

А.В. Афонаскин
АО "Курганмашзавод", г. Курган,
М.Д. Филинков
Курганский машиностроительный
институт, г. Курган

РЗМ-ЧТУН ДЛЯ ФАСОННЫХ ОТЛИВОК

Повышение механических характеристик и качества конструкцион-

ных серых чугунов является важнейшей проблемой в области литейного производства. В настоящее время для реализации этих задач и расширения области применения серого чугуна в промышленности все более широко применяется его внепечная обработка РЗМ-содержащими лигатурами в сочетании с последующим формированием отливок в водоохлаждаемых металлических формах.

Однако закономерности взаимодействия РЗМ с растворенными в расплаве чугуна элементами (O, N, H, S) и кристаллизующимися при их затвердевании фазами изучены недостаточно. Это затрудняет применение РЗМ в качестве модификаторов, раскислителей и дегазаторов и делает невозможным обоснованный расчет количества вводимых в расплав добавок лигатуры, определяющих заданный уровень механических свойств металла и его структуру.

В настоящее время введение РЗМ и лигатуры на их основе в расплав ограничивается пределами 0,3-0,6% (редко 1%), обеспечивая рост механических свойств в сталях и глобуляризацию графита в чугунах. Влияние меньших количеств РЗМ, например в интервале 0,01-0,10 %, специалистами не рассматривалось и в литературе не публиковалось.

Повышенные требования, предъявляемые к отливкам из чугуна по прочности, плотности и герметичности, износостойкости, долговечности и надежности, потребовали нового подхода к решению поставленных задач, основанного на термодинамическом анализе процессов взаимодействия РЗМ с примесями, растворенными в жидком чугуне (O, N, H и S).

Изучая раскисление чугуна церием, получили изотерму, из которой следует, что минимальное содержание кислорода составляет $1,63 \cdot 10^{-5} \%$ при концентрации церия в расплаве 0,088%. При реальном содержании кислорода в чугуне $3-4 \cdot 10^{-5} \%$ введение в расплав даже незначительных добавок церия приводит к образованию включений Ce_2O_3 , часть из которых удаляется при всплывании и снижает содержание кислорода в чугуне, а оставшаяся часть участвует в процессе кристаллизации. Определение влияния содержания церия на активность азота в чугуне позволило установить, что изотерма $/N, \%/ = f(\text{Ce}, \%)$ показывает отсутствие нитридной фазы при концентрации церия до 0,1% в чугуне.

Анализируя взаимодействие церия с водородом, установили, что в расплаве гидриды не образуются, однако это не исключено для чугуна в твердом состоянии.

Полученная изотерма $/S, \%/ = f(\text{Ce}, \%)$ показала, что даже ничтожно малые концентрации церия в расплаве обеспечивают образование суль-

фидной фазы, так как содержание серы в обычных серых чугунах составляет около 0,1%, что существенно выше равновесного.

Как следует из термодинамического анализа, введение малых добавок РЗМ в жидкий чугун приводит к образованию оксидов и сульфидов, а реальные концентрации примесей обуславливают малые равновесные концентрации церия в расплаве. Следовательно, можно сказать, что механизм модифицирования чугуна определяется не только адсорбцией атомов церия на поверхности растущей твердой фазы и понижением скорости ее роста, сколько образованием взвеси неметаллических включений, являющихся центрами кристаллизации и обеспечивающих благоприятное изменение структуры чугуна. Это подтверждается результатами определения остаточных концентраций церия в чугуне.

Сопоставляя результаты расчета и экспериментальные данные, полученные методом эмиссионного спектрального анализа, установили, что РЗМ в свободном состоянии в растворе практически отсутствуют, а находятся в виде неметаллических соединений с кислородом, азотом и серой.

Неметаллические включения способствуют более тонкому измельчению графита. Площадь, занятая графитом, уменьшается с 12 до 5%, а длина его включений снижается с 7 до 4 балла.

Повышение механических характеристик РЗМ-чугуна (б, НВ) и возрастание их однородности по сечению изделий определяется, главным образом, влиянием поверхностно-активных свойств церия на процессы кристаллизации, графитовыделения и формирования неметаллических фаз.

К.Н. Вдовин, И.В. Понурко, В.Е. Хребто
Магнитогорская государственная
горно-металлургическая академия,
г. Магнитогорск

МЕХАНИЗМ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ СЕРОГО ЧУГУНА

Повышение качества серого чугуна является актуальной проблемой. Чем выше требования промышленников к изделиям из чугуна, тем сложнее и менее стабильна технология его получения. На практике преимущественно применяют отливки из серых чугунов низких марок